

⑤

Int. Cl. 2:

**H 01 Q 3/26**

H 01 P 1/40

⑯ **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

**DEUTSCHES PATENTAMT**



**DT 26 25 062 A 1**

⑪

# **Offenlegungsschrift 26 25 062**

⑫

Aktenzeichen:

P 26 25 062.4-35

⑬

Anmeldetag:

3. 6. 76

⑭

Offenlegungstag:

8. 12. 77

⑳

Unionspriorität:

②⑦ ③③ ③① —

⑤④

Bezeichnung:

Phasenschieber zur Verwendung bei einer elektronisch  
phasengesteuerten Antenne

⑦①

Anmelder:

Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München

⑦②

Erfinder:

Gobert, Jean, Dipl.-Ing. Dr., 8000 München

Prüfungsantrag gem. § 28 b PatG ist gestellt

**BEST AVAILABLE COPY**

**DT 26 25 062 A 1**

● 11. 77 709 849/523

10/70

**K 001738**

- ① Einrichtung zur elektronisch gesteuerten Phasenverschiebung von zwei Hochfrequenz-Signalen zur Verwendung bei einer aus mehreren Einzelstrahlern bestehenden phasengesteuerten Antenne, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß das erste Signal einem steuerbaren nichtreziproken Ferritphasenschieber (4) in dessen einer Ausbreitungsrichtung und das zweite Signal diesem Phasenschieber (4) in dessen anderer Ausbreitungsrichtung zugeführt ist und daß Einrichtungen (5,6) bzw. Maßnahmen zur gegenseitigen Entkopplung der beiden den Phasenschieber (4) durchlaufenden Hochfrequenz-Signale vorgesehen sind.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß als Entkopplungseinrichtung pro Phasenschieber zwei Zirkulatoren (5,6) vorgesehen sind.
3. Einrichtung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Maßnahmen zur Entkopplung der beiden den Phasenschieber (11) durchlaufenden Hochfrequenz-Signale darin bestehen, daß unterschiedliche Polarisationen für die Übertragung der beiden Signale verwendet werden.
4. Einrichtung nach Anspruch 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der nichtreziproke Ferritphasenschieber (11) innerhalb eines Hohlleiters (10) angeordnet ist, daß zu beiden Seiten des Ferritphasenschiebers (11) am Hohlleiter (10) jeweils eine Signaleinkopplungseinrichtung (12, 13) angebracht ist, die für die Einkopplung von zueinander orthogonal linear polarisierten Signalen ausgelegt sind, und daß außerdem zu beiden Seiten des Phasenschiebers (11) außerhalb der beiden Signaleinkopplungseinrichtungen (12, 13) jeweils ein Polarisationsfilter (14, 15) in den Hohlleiter (10) eingesetzt ist, derart, daß eine Kopplung der jeweils durch die benachbarte Einkopplungseinrichtung (12 bzw. 13) eingeführten Strahlung gesperrt ist.

5. Einrichtung nach Anspruch 3, d a d u r c h g e k e n n - z e i c h n e t , daß der nichtreziproke Ferritphasenschieber (17) innerhalb eines Hohlleiters (16) angeordnet ist und nach dem Prinzip der Faraday-Drehung arbeitet, daß zu einer Seite des Ferritphasenschiebers (16) zwei Signaleinkopplungseinrichtungen (18, 19) angebracht sind, über welche die Signale in Form zweier entgegengesetzt zirkular polarisierter Wellen eingeführt werden, und daß der Phasenschieber (17) zwischen Sende- und Empfangsbetrieb hinsichtlich seiner Betriebsrichtung umschaltbar ausgebildet ist.
6. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a - d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die beiden phasenmäßig zu verschiebenden Hf-Signale zwei im Aufbau der Antenne symmetrisch zueinander angeordneten Einzelstrahlern (24, 25) zugeordnet sind.
7. Einrichtung nach Anspruch 6, d a d u r c h g e k e n n - z e i c h n e t , daß bei einer regelmäßig aufgebauten, linearen, phasengesteuerten Strahleranordnung mit N (N = gerade Zahl) Einzelstrahlern (22 bis 27) N/2 nicht-reziproke Phasenschieber (28, 29, 30) mit den zugehörigen Entkopplungseinrichtungen bzw. -maßnahmen vorgesehen sind, daß die beiden Signalführungsanschlüsse jedes Phasenschiebers (28, 29, 30) über gleich lange Leitungen mit jeweils einem Einzelstrahler (22, 27; 23, 26; 24, 25) verbunden sind, derart, daß jeweils zwei gleich weit von der Mitte der Strahlerreihe entfernte Einzelstrahler einem Phasenschieber zugeordnet sind, und daß die beiden Signalweiterführungsanschlüsse (a, b) der Phasenschieber (28, 29, 30) zusammengefaßt und nach dieser Zusammenfassung mit einem Empfänger (31) bzw. Sender verbunden sind.
8. Einrichtung nach Anspruch 6, d a d u r c h g e k e n n - z e i c h n e t , daß bei einer regelmäßig in Zeilen und Spalten aufgebauten ebenen phasengesteuerten Strahlergruppe für jeweils vier Einzelstrahler (32 bis 35) drei nichtreziproke Phasenschieber (36, 37, 38) mit den zugehörigen Entkopplungseinrichtungen bzw. -maßnahmen vorgesehen sind, derart,

daß entweder für jede der Reihen oder jede der Spalten eine erste Zusammenfassung gemäß der linearen Anordnung nach Anspruch 7 vorgenommen ist und daß nach dieser ersten Zusammenfassung eine zweite lineare Zusammenfassung vorgesehen ist, welche ihrer Art nach ebenfalls derjenigen nach Anspruch 7 entspricht, und daß nach dieser zweiten Zusammenfassung die Verbindung mit einem Empfänger bzw. Sender erfolgt.

9. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die beiden durch den nicht-reziproken Ferritphasenschieber (42) phasenmäßig komplementär beeinflussten Hochfrequenz-Signale jeweils einem Einzelstrahler zugeordnet sind, der Bestandteil einer Halbantenne (40, 41) ist und daß die beiden eine vollständige phasengesteuerte Antenne bildenden Halbantennen (40, 41) hinsichtlich ihrer Einzelstrahleraufteilung gleich aufgebaut sind.
10. Einrichtung nach Anspruch 9, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Phasenschieber (42) solchen Einzelstrahlern zugeordnet sind, die sich hinsichtlich ihrer Lage in den beiden Halbantennen (40, 41) entsprechen.
11. Einrichtung nach Anspruch 9 und Anspruch 10, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die beiden Halbantennen durch zwei um etwa  $60^\circ$  zueinander geneigte ebene Antennengruppen (50, 51) gebildet werden, welche gemeinsam durch einen Satz, bestehend aus einer mit der Einzelstrahlerzahl einer Halbantenne übereinstimmenden Anzahl von nichtreziproken und signalmäßig entkoppelten Ferritphasenschiebern (52), gesteuert sind und jeweils einen Raumwinkelbereich von  $\pm 60^\circ$  überstreichen.
12. Einrichtung nach Anspruch 11, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Einzelstrahler (57, 58) der beiden Halbantennen (50, 51) für die Abstrahlung unterschiedlicher Polarisationen ausgelegt sind, z.B. für orthogonale Linearpolarisationen.

2625062

76 P 6639 BRD

- 4 -  
- 14 -

13. Einrichtung nach Anspruch 9 und 10, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß die Einzelstrahler (59) der  
beiden Halbantennen vereinigt sind, indem jeder Einzelstrah-  
ler (59) für die gleichzeitige Abstrahlung zweier unter-  
schiedlicher Polarisationen ausgelegt ist.

70984970523

K 001742

Phasenschieber zur Verwendung bei einer elektronisch phasengesteuerten Antenne.

Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zur elektronisch gesteuerten Phasenverschiebung von zwei Hochfrequenz-Signalen zur Verwendung bei einer aus mehreren Einzelstrahlern bestehenden phasengesteuerten Antenne.

Gewöhnlich wird bei einer elektronisch phasengesteuerten Antenne für die phasenmäßige Beeinflussung jedes hinsichtlich seiner Phasenlage zu behandelnden Hochfrequenz-Signals ein eigener Phasenschieber benötigt.

Aufgabe der Erfindung ist es, diesen als unumstößlich scheinenden Sachverhalt aufzuheben und Maßnahmen anzugeben, durch welche die Eigenschaften einer phasengesteuerten Antenne wesentlich verbessert werden bzw. die Kosten reduziert werden. Insbesondere sollen sich durch diese Maßnahmen Einsparungen bei der Phasenschieberzahl oder bei der Abtastfähigkeit der Antenne ergeben. Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß das erste Signal einem steuerbaren nichtreziproken Ferritphasenschieber in dessen einer Ausbreitungsrichtung und das zweite Signal diesem Phasenschieber in dessen anderer Ausbreitungsrichtung zugeführt ist und daß Einrichtungen bzw. Maßnahmen zur gegenseitigen Entkopplung der beiden den Phasenschieber durchlaufenden Hochfrequenz-Signale vorgesehen sind.

VL 16 KlB / 2.6.1976

- 2 -

70984970523

K 001743

Die Phasenlagen zweier Hochfrequenz-Signale werden somit von einem einzigen nichtreziproken Phasenschieber komplementär verschoben. Mit der angegebenen Einrichtung nach der Erfindung lassen sich beispielsweise zwei symmetrische Einzelstrahler einer phasengesteuerten Antenne mit einem einzigen Phasenschieber steuern, so daß sich ein Ersparnis an Phasenschiebern von 50 % ergibt. Ein Satz Phasenschieber kann auch dazu verwendet werden, zwei Abtastkeulen gleichzeitig zu bewegen und somit entweder die Abtastgeschwindigkeit oder das Abtastgebiet zu verdoppeln.

Die Einrichtungen bzw. Maßnahmen zur gegenseitigen Entkopplung der beiden den Phasenschieber durchlaufenden Hochfrequenz-Signale können z.B. darin bestehen, daß pro Phasenschieber zwei Zirkulatoren vorgesehen sind oder unterschiedliche Polarisierungen für die Übertragung der beiden Signale verwendet werden.

Weitere Einzelheiten der Erfindung werden anhand von 13 Figuren näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 bis 3 Anordnungen zur Dual-Phasensteuerung mit Hilfe eines nichtreziproken Ferritphasenschiebers und zweier Zirkulatoren,
- Fig. 4 eine Anordnung zur dualen Phasensteuerung mit orthogonalen Linearpolarisationen innerhalb eines Hohlleiters,
- Fig. 5 eine Anordnung mit dualer Phasensteuerung und dualer Polarisationserregung mit Hilfe eines Ferritphasenschiebers mit Faraday-Drehung innerhalb eines Hohlleiters,
- Fig. 6 eine lineare Strahlergruppe mit sechs Einzelstrahlern und drei Phasenschiebern,
- Fig. 7 eine Phasensteuerungs-Ausführungsmöglichkeit für eine ebene Strahlergruppe,
- Fig. 8 die Prinzipdarstellung einer erfindungsgemäßen Antennenanordnung zur Verbesserung der Abtastfähigkeit,
- Fig. 9 und 10 Antennendarstellungen, aus denen sich die Verdoppelung des Abtastbereiches bzw. der Abtastgeschwindigkeit entnehmen läßt,

- Fig. 11 eine phasengesteuerte Antenne nach der Erfindung mit einem  $\pm 120^\circ$ -Abtastbereich,  
Fig. 12 eine Strahlergruppe mit doppelter Strahl- und doppelter Polarisationserregung,  
Fig. 13 das Speisesystem einer dual-polarisierten Antennenanordnung nach der Erfindung.

Der Phasenhub eines nichtreziproken Ferritphasenschiebers ist je nach Ausbreitungsrichtung komplementär. Dies bedeutet, daß ein solcher Phasenschieber bei Betrieb in der einen Ausbreitungsrichtung die Phase um  $+\varphi$  und bei Beaufschlagung durch ein in die andere Ausbreitungsrichtung laufendes Hochfrequenz-Signal um  $-\varphi$  ändert. Diese Eigenschaft läßt sich dazu heranziehen, wie in den Fig. 1 und 2 dargestellt ist, im Empfangsfall die Phase von zwei Strahlern 1 und 2 bzw. von zwei Phasenfronten bei einem Strahler 3 mittels eines einzigen reziproken Phasenschiebers 4 und zweier Zirkulatoren 5 und 6 gleichzeitig zu steuern. Im Beispiel von Fig. 1 gelangt an den Strahler 1 ein Signal  $A \cdot e^{-j\alpha}$  und an den Strahler 2 ein Signal  $B \cdot e^{j\alpha}$ . Das Signal vom Strahler 1 gelangt über den als Entkopplungseinrichtung wirkenden Zirkulator 5 an den Ferritphasenschieber 4 und wird von dort über den ebenfalls als Entkopplungseinrichtung wirkenden Zirkulator 6 an einen Anschluß 7 durchgeschaltet, so daß dort das Signal  $A \cdot e^{j(\varphi-\alpha)}$  liegt. In gleicher Weise läuft das Signal  $B \cdot e^{j\alpha}$  vom Einzelstrahler 2 über den Zirkulator 6 zum Ferritphasenschieber 4 und von dort über den Zirkulator 5 zu einem Anschluß 8, von welchem das phasenverschobene Signal  $B \cdot e^{j(\alpha-\varphi)}$  abgenommen wird. Die Schaltrichtung des Zirkulators 5 ist im Uhrzeigersinn, während diejenige des Zirkulators 6 entgegengesetzt dem Uhrzeigersinn verläuft.

Im Beispiel nach Fig. 2 gelangt ein Signal  $A \cdot e^{j\alpha}$  von einem Einzelstrahler 3 über einen Verteiler 9 zu den beiden Zirkulatoren 5 und 6. Von dort läuft das Signal jeweils in den nichtreziproken Ferritphasenschieber 4 hinein und dann zum jeweils anderen Zirkulator 6 bzw. 5. An den beiden Ausgängen 8 und 7 werden dann zwei in entgegengesetzter Richtung phasenverschobene Signale  $A \cdot e^{j(\alpha-\varphi)}$  bzw.  $A \cdot e^{j(\alpha+\varphi)}$  abgenommen.



2625062

8  
- K -

76 P 6 6 3 9 BRD

Grundsätzlich kann dieses Prinzip auch für den Sendefall verwendet werden. Für eine eindeutige Zuordnung der Strahlrichtung im Sende- und Empfangsfall ist lediglich die Magnetisierung der Zirkulatoren 5 bzw. 6 in den Phasenschiebereinrichtungen umzuschalten. Ein Beispiel dafür zeigt Fig. 3. Den beiden Anschlüssen 7 und 8 der Zirkulatoren 6 bzw. 5 werden die beiden Signale  $A \cdot e^{j\varphi}$  bzw.  $B \cdot e^{j\varphi}$  zugeführt. Über den nichtreziproken Ferritphasenschieber 4 laufen dann die beiden Signale in zueinander entgegengesetzter Richtung unter Phasenverschiebung von einem Zirkulator zum anderen. An den Einzelstrahlern 1 und 2 liegen dann die Signale  $A \cdot e^{j\varphi}$  bzw.  $B \cdot e^{-j\varphi}$  vor. Die Phasen von zwei entkoppelten Hochfrequenz-Sendesignalen werden somit von nur einem einzigen Phasenschieber 4 gesteuert.

Eine derartige Einrichtung erlaubt entweder eine Halbierung der Phasenschieberanzahl oder eine wesentliche Verbesserung der Abtastfähigkeit der Antenne. Es ist bei diesen Phasenschiebern sowohl eine analoge als auch eine digitale Steuerung möglich.

Die Entkopplung der beiden den Phasenschieber durchlaufenden Hochfrequenz-Signale kann auch dadurch erfolgen, daß unterschiedliche Polarisierungen für die Übertragung der beiden Signale verwendet werden. Fig. 4 zeigt in diesem Zusammenhang einen Hohlleiter 10 mit rundem Querschnitt, in dessen Innenraum ein nichtreziproker Ferritphasenschieber 11 angeordnet ist. Dieser Phasenschieber 11 ist hinsichtlich seiner jeweiligen Phasenverschiebung  $\varphi$  von außen elektronisch steuerbar. Zu jeder Seite des Ferritphasenschiebers 11 ist am Hohlleiter 10 eine Signaleinkopplungseinrichtung 12 bzw. 13 angebracht, die für die Einkopplung von zueinander orthogonal linearisierten Signalen ausgelegt sind. In die Einkopplungseinrichtung 12 wird ein horizontal polarisiertes Signal  $A \cdot e^{-j\alpha}$  und in die Einkopplungseinrichtung 13 ein vertikal polarisiertes Signal  $B \cdot e^{j\alpha}$  eingekoppelt. Zu beiden Seiten des Phasenschiebers 11 ist außerhalb der beiden Signaleinkopplungseinrichtungen 12 und 13 jeweils ein Polarisationsfilter 14 bzw. 15 in den Hohlleiter 10 eingesetzt. Das Filter 14 sperrt die horizontal polarisierte Strahlung und das Filter 15 die vertikal polarisierte Strahlung. Die in die Einkopplungs-

70984970523

K 001746

einrichtung 12 eingegebene Strahlung gelangt somit über den Phasenschieber 11 und durch das Polarisationsfilter 15 zum rechten Ausgang des Hohlleiters 10 und wird dort im phasenverschobenen Zustand als Signal  $A \cdot e^{j(\varphi - \alpha)}$  abgegeben. In gleicher Weise wandert das Signal  $B \cdot e^{j\alpha}$ , welches über die Einkopplungseinrichtung 13 in den Hohlleiter 10 eingegeben wird, über den Ferritphasenschieber 11 durch das Polarisationsfilter 14 und wird am linken Ende des Hohlleiters 10 ebenfalls im phasenverschobenen Zustand, jedoch in der anderen Richtung, als Signal  $B \cdot e^{j(\alpha - \varphi)}$  entnommen. Zirkulatoren sind bei der Anordnung nach Fig. 4 nicht mehr erforderlich. Es läßt sich anstelle eines runden Hohlleiters auch ein quadratischer Hohlleiter verwenden.

Eine andere Einrichtung zur elektronisch gesteuerten Phasenverschiebung von zwei Hochfrequenz-Signalen zur Verwendung bei einer phasengesteuerten Antenne nach der Erfindung zeigt Fig. 5. Zur Entkopplung werden hier ebenfalls unterschiedliche Polarisationen für die Übertragung der beiden Signale benutzt. Es ist ebenfalls innerhalb eines runden Hohlleiters 16 ein nichtreziproker, elektronisch steuerbarer Ferritphasenschieber 17 angeordnet, der jedoch nach dem Prinzip der Faraday-Drehung arbeitet. Zu einer Seite des Phasenschiebers 17 sind zwei Signaleinkopplungseinrichtungen 18 und 19 angebracht, über welche die Signale in Form zweier entgegengesetzt zirkularpolarisierter Wellen in den Hohlleiter 16 eingeführt werden. Der Phasenschieber 17 ist zwischen Sende- und Empfangsbetrieb hinsichtlich seiner Betriebsrichtung umschaltbar ausgebildet. Die Ein- bzw. Ausspeisung der in der Phase verschobenen Signale erfolgt über ein Ringhybrid 20. Liegen z.B. am Ende des Hohlleiters 16, welcher mit einem Hornstrahler 21 abgeschlossen sein kann, die beiden entgegengesetzt zirkularpolarisierten Signale  $A \cdot e^{-j\alpha}$  und  $B \cdot e^{j\alpha}$  vor, so stehen am Summenausgang des Hybrids 20 unter Zugrundelegung einer Phasenverschiebung  $\varphi$  durch den Phasenschieber 17 das Signal  $A \cdot e^{j(\varphi - \alpha)}$  und am Differenzausgang das Signal  $B \cdot e^{j(\alpha - \varphi)}$  an. Dieser Phasenschiebertyp kann ohne weiteres in einem dual-polarisierten Rundhohlleiter oder Hornstrahler integriert werden.

Fig. 6 und 7 zeigen Strahlergruppenanordnungen von phasengesteuerten Antennen, bei denen nur mehr halb so viele Phasenschieber erforderlich sind wie bei gewöhnlichen phasengesteuerten Strahlergruppen. In Fig. 6 ist eine regelmäßige aufgebaute, lineare, phasengesteuerte Strahleranordnung mit insgesamt sechs Einzelstrahlern 22 bis 27 dargestellt. Um die Phase dieser sechs Strahler 22 bis 27 über einen Parallel-Leitungsverteiler zu steuern, werden nurmehr drei Phasenschieber 28, 29 und 30 mit den zugehörigen Entkopplungseinrichtungen benötigt. Die Phasenschieber 28, 29 und 30 entsprechen z.B. den Anordnungen nach den Fig. 1 bis 3. Von einem Sender bzw. Empfänger 31 bestehen gleich lange Zuführungsleitungen zu den Phasenschiebern 28, 29 und 30. Zwei Signalausgänge a und b sind bei den Phasenschiebern 28, 29 und 30 jeweils zusammengefaßt. Die anderen beiden Ausgänge sind jeweils über gleich lange Leitungen mit einem der Einzelstrahler 22 bis 27 verbunden. Der Phasenschieber 28 steuert die beiden äußeren Einzelstrahler 22 und 27, der Phasenschieber 29 die beiden Einzelstrahler 23 und 26 und der Phasenschieber 30 die beiden Einzelstrahler 24 und 25. An den von jeweils einem Phasenschieber beaufschlagten Einzelstrahlern liegen somit komplementäre Phasenverhältnisse vor. An den symmetrisch zueinander liegenden, äußeren Einzelstrahlern 22 und 27 besteht die Phasenlage  $-\varphi_3$  bzw.  $+\varphi_3$ , an den symmetrischen Einzelstrahlern 23 und 26 die Phasenlage  $-\varphi_2$  bzw.  $+\varphi_2$  und an den ebenfalls symmetrischen, inneren Einzelstrahlern 24 und 25 die Phasenlage  $-\varphi_1$  bzw.  $+\varphi_1$ . Es entsteht dann eine homogene Phasenfront. Da Zuführungsleitungen mit gleicher Länge verwendet werden müssen, um die Bandbreite der Antenne nicht zu reduzieren, ist die Länge der Strahlerreihe begrenzt. Die angegebene Steuerung arbeitet jedoch zumindest bis zu einer linearen Strahlergruppe mit bis zu 16 Strahlern ohne Komplikationen.

Fig. 7 zeigt eine mögliche Phasensteuerung für eine ebene Strahlergruppe, welche aus regelmäßig in Zeilen und Spalten liegenden Einzelstrahlern aufgebaut ist. Die Steuerung nach Fig. 7 arbeitet nach dem gleich Prinzip wie diejenige nach Fig. 6. Vier komplementäre Strahler 32, 33, 34 und 35 werden jeweils über drei Phasenschieber gesteuert. Die Einzelstrahler 32, 33 liegen bei-

spielsweise in einer Spalte und die Einzelstrahler 34, 35 in einer benachbarten anderen Spalte. Die Signale der Einzelstrahler 32 und 33 laufen über gleich lange Leitungen zu einem Phasenschieber 36, der genauso beispielsweise den Anordnungen nach Fig. 1 entspricht wie der Phasenschieber 37, welcher über ebenfalls gleich lange Leitungen an den Einzelstrahlern 34 und 35 liegt. Die beiden anderen Ausgänge der beiden Phasenschieber 36 und 37 sind jeweils zusammengefaßt und sind auch über gleich lange Leitungen an einen dritten Phasenschieber 38 angeschlossen, der ebenfalls entsprechend den Anordnungen nach den Fig. 1 bis 3 aufgebaut und mit seinen beiden anderen, zusammengefaßten Ausgängen an einen Sender oder Empfänger geführt ist. Wesentlich ist, daß die beiden Einzelstrahler 32 und 34 bzw. die anderen beiden Einzelstrahler 33 und 35 in jeweils einer Zeile liegen, derart, daß zwischen den Einzelstrahlern 32 bis 35 in Bezug zur Antennenmitte 39 symmetrische Verhältnisse bestehen. Bei derartigen ebenen Gruppen können auch zwei komplementäre Strahlen erzeugt werden.

Da ein Phasenschieber nach der Erfindung zwei entkoppelte Signale phasenmäßig komplementär steuert, wird es möglich, zwei komplementäre Phasenfronten mit einem Phasenschiebersatz simultan zu steuern. Verglichen mit dem üblichen Phasensteuerungsbetrieb folgt daraus, daß die Antenne entweder doppelt so schnell das gleiche Gebiet oder mit gleicher Geschwindigkeit das doppelte Gebiet abtasten kann. Eine Prinzipdarstellung im Zusammenhang mit dieser Verbesserung der Abtastfähigkeit durch die Verwendung der erfindungsgemäßen Phasenschieber zeigt Fig. 8. Es sind zwei Antennen 40 und 41 mit jeweil N Einzelstrahlern vorgesehen. Ein einziger Phasenschieber 42 von insgesamt N Phasenschiebern steuert jeweils die Phasenlage eines Einzelstrahlers der Antenne 40 und eines Einzelstrahlers der Antenne 41. Die Phasenlage der beiden hierdurch erzeugten Strahlen 43 und 44 ist zueinander komplementär. Die Signalführung für den Strahl 43 erfolgt über den Eingang 45 des Phasenschiebers 42, während die Signalführung für den Strahl 44 über einen Eingang 46 des Phasenschiebers 42 vorgenommen wird.

Aus Fig. 9 wird deutlich, daß der Abtastbereich der phasengesteuerten Antenne insgesamt doppelt so groß wird, sofern die gleiche Ab-

- 12 -

2625062  
76 P 6 6 3 9 BRD

tastgeschwindigkeit zugrunde gelegt wird. Mit dem Strahl 43 wird ein Abtastgebiet 47 und mit dem Strahl 44 ein Abtastgebiet 48 winkelmäßig gleichzeitig überstrichen. Die Winkelauslenkung, ausgehend von der Nullachse, ist bei beiden Strahlen 43 und 44 jeweils gleich.

Aus Fig. 10 geht hervor, daß es genauso gut möglich ist, mit der Phasensteuerung nach der Erfindung ein Abtastgebiet 49, welches sonst mit einer einzigen Keule überstrichen wird, mit den beiden Strahlen 43 und 44 doppelt so schnell zu überstreichen. Jeder der beiden Strahlen 43 und 44 muß nämlich lediglich über das halbe Abtastgebiet 49 schwenken. Die beiden Strahlen 43 und 44 sind auch in diesem Fall winkelmäßig komplementär, d.h. die Auslenkung, ausgehend von der Null-Linie, ist bei beiden Strahlen 43 und 44 jeweils gleich.

Fig. 11 zeigt eine besonders vorteilhafte phasengesteuerte Antenne unter Verwendung der Einrichtung zur Phasenverschiebung nach der Erfindung. Es wird dort mit zwei getrennten Antennen 50 und 51, die jeweils aus in einer Ebene angeordneten Einzelstrahlern zusammengesetzt sind, und mit nur einem Phasenschiebersatz 52 ein bis  $\pm 120^\circ$  großer Abtastsektor überwacht. Die Phasenschieber 52 sind z.B. entsprechend den Darstellungen in den Fig. 1 bis 4 aufgebaut. Die Signalführung für die Antenne 51 erfolgt über einen Eingang 53 und die Signalführung für die Antenne 50 über einen anderen Eingang 54 am Phasenschiebersatz 52. Die sich entsprechenden Ausgänge der Phasenschieber 52 sind mit den Einzelstrahlern der Antenne 50 bzw. mit den Einzelstrahlern der Antenne 51 über Leitungen verbunden, deren Länge gleichmäßige Phasenfronten an den Antennen 50 und 51 gewährleistet. Die beiden Einzelstrahlerebenen 50 und 51 sind in einem spitzen Winkel von  $60^\circ$  zueinander aufgebaut. Die Antenne 50 erzeugt eine Keule 55, welche um  $\pm 60^\circ$  gegenüber ihrer Normalen schwenkbar ist. Das gleiche gilt für die Keule 56, welche durch die Antenne 51 gebildet wird. Im Sendefall können bei einer derartigen Anordnung Energiereflexionen oder Signalinterferenzen in bestimmten Richtungen entstehen, wenn die zwei Strahlenkeulen 55 und 56 mit Hilfe ihrer Polarisierung oder ihrer Frequenz nicht entkoppelt sind. Es ist deswegen zweckmäßig,

70984970523

K 001750

bei der Anordnung nach Fig. 11 den Strahlerebenen 50 und 51 jeweils unterschiedlich polarisierte Einzelstrahler, und zwar mit orthogonaler Linearpolarisation, zu verwenden. Signalinterferenzen im gemeinsamen Bereich werden dann eliminiert. Zwei Gruppen von senkrecht und waagrecht polarisierten Dipolstrahlern 57 und 58 sind z.B. gut geeignet, um in der Nähe der Strahlergruppenebenen einen Bereich von  $\pm 120^\circ$  abzutasten. In diesem Fall gilt das Phasenschieberprinzip nach den Fig. 1 bis 3 auch für reziproke Phasenschieber, wobei die Phasenverschiebung von zwei zueinander entkoppelten Signalen in beiden Fällen um  $+\varphi$  erzeugt wird. Es ist dann nicht mehr erforderlich, den Phasenschieber zwischen Sende- und Empfangsfall umzuschalten. Grundsätzlich ist es möglich, sofern zwei Polarisierungen und zwei Zirkulatoren verwendet werden, die Phasen von vier entkoppelten Signalen mit einem Phasenschieber zu steuern.

Fig. 12 zeigt eine lineare Strahlergruppe mit entkoppelter Phasensteuerung nach der Erfindung, wobei jeder der Strahler 59, z.B. quadratische Hohlleiter oder Hornstrahler, mit zwei Polarisierungen, in diesem Fall orthogonalen Linearpolarisationen, erregt wird. Die eine Strahlerreihe hat somit die Wirkung, zweier Antennen, welche einen Strahl 60 und einen Strahl 61 erzeugen. Diese beiden Strahlen 60 und 61 sind polarisationsmäßig entsprechend unterschiedlich betrieben. Die phasenmäßige Steuerung erfolgt über die nichtreziproken polarisationsmäßig entkoppelten Ferritphasenschieber 62. Die Signalführung für den Strahl 60 wird über den Eingang 63 und die Signalführung für den Strahl 61 über den Eingang 64 vorgenommen. Als Phasenschieber 62 lassen sich beispielsweise Anordnungen ähnlich denen nach Fig. 2, jedoch mit zwei Polarisierungen, verwenden. Die zwei aufgrund der Verwendung unterschiedlicher Polarisierungen resultierenden Antennen können so konzipiert werden, daß die das gleiche Phasenzentrum haben. Mit dieser kompakten Anordnung ist es z.B. möglich, einen Zylinderparabolreflektor zu erregen. Die Signaleingänge 63 und 64 können auch kombiniert werden, so daß zwei lineare oder zwei zirkulare Polarisierungen erzeugt werden.

70984970523

K 001751

14  
- 10 -

2625062

76 P 6 6 3 9 BRD

Ein besonders einfaches Speisesystem zur Erzeugung von Strahlung in links- und rechtszirkularer Polarisation ist in Fig. 13 dargestellt. Danach werden die zwei Polarisationen in entsprechend der Anordnung nach Fig. 5 aufgebauten Phasenschiebern 65 durch zwei Rechteckhohlleiter 66 und 67 erregt. Das mit linkszirkularer Polarisation abzugebende Signal wird über einen Eingang 68 eines magischen T's und das mit rechtszirkularer Polarisation zu übertragende Signal über einen Eingang 69 dieses magischen T's eingegeben. Die Einkoppelstellen 70 bzw. 71 der Rechteckhohlleiter 66 bzw. 67 in die quer dazu verlaufenden Hohlleiter 72, 73 und 74, welche die Phasenschieber 65 enthalten, entsprechen den Einkoppelstellen 19 und 18 der Phasenschieberanordnung nach Fig. 5. Über Hornstrahler 75 werden die Strahlungskeulen der Antenne mit der entsprechenden Zirkularpolarisationen nach Wahl abgestrahlt.

13 Patentansprüche

13 Figuren

70984970523

K 001752

Fig.1

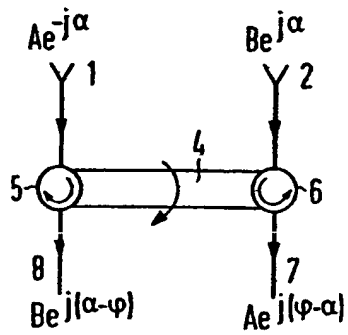


Fig.2

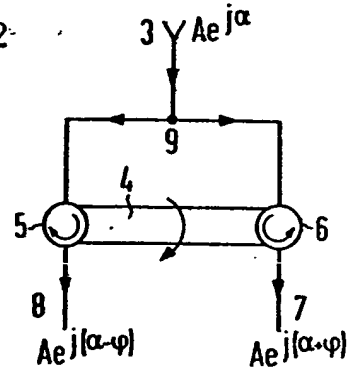


Fig.3

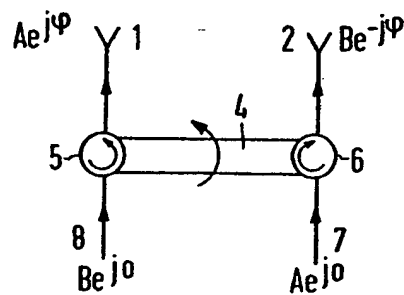
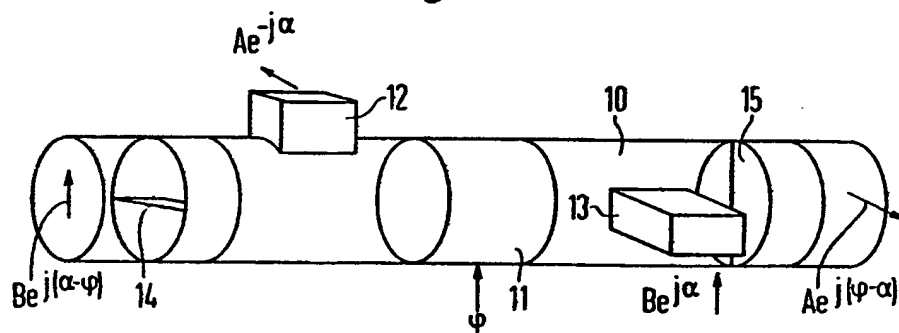


Fig.4



Siemens AG

70984970523



- 15 -

Fig.5

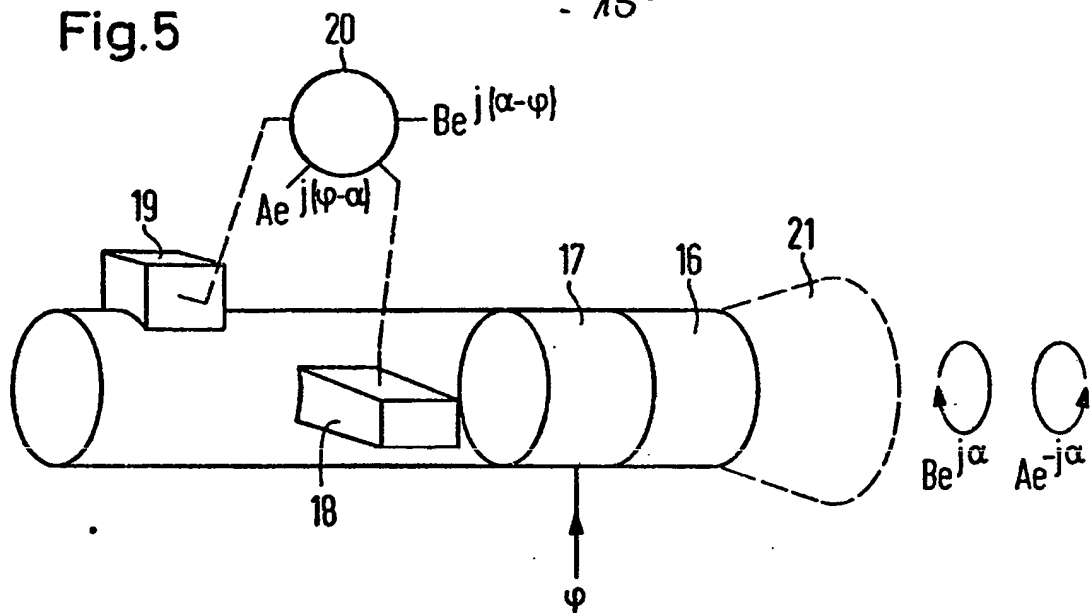
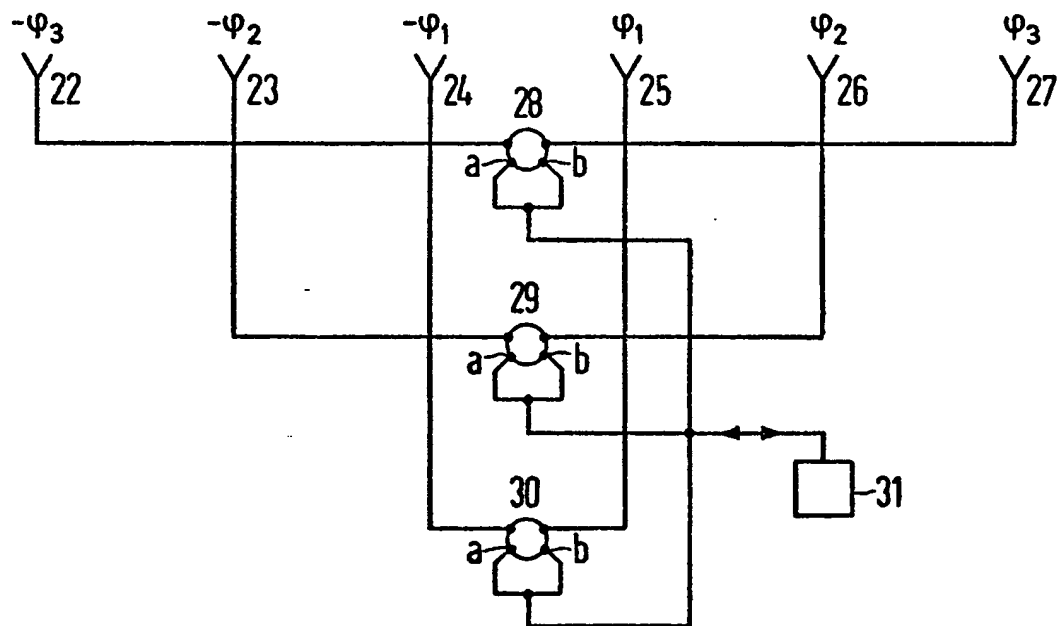


Fig.6



Siemens AG

70984970523

K 001754

Fig. 7

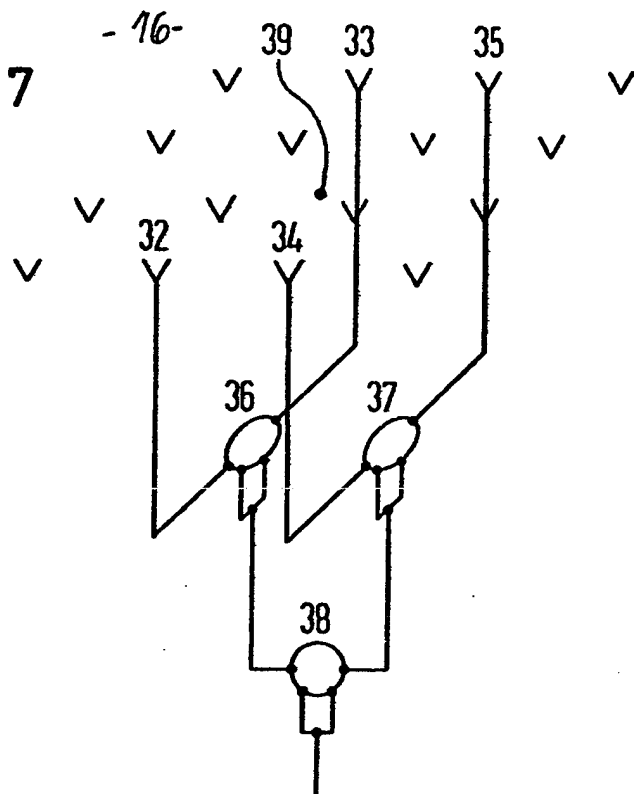


Fig. 8

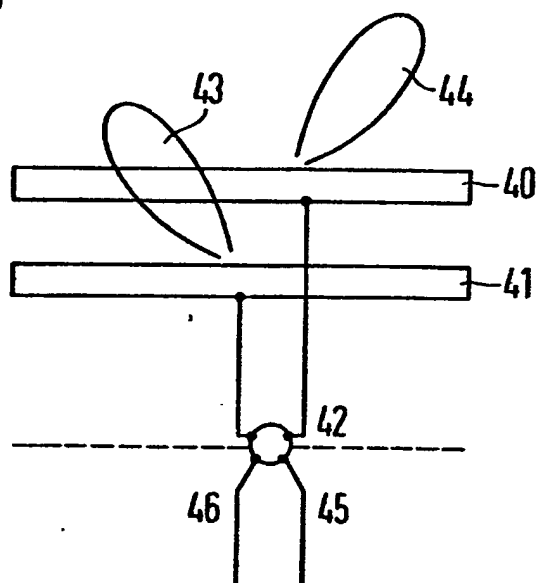


Fig.9

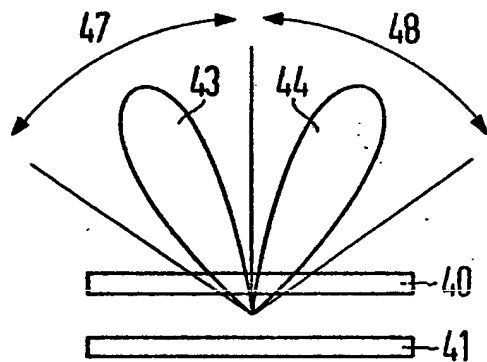


Fig.10

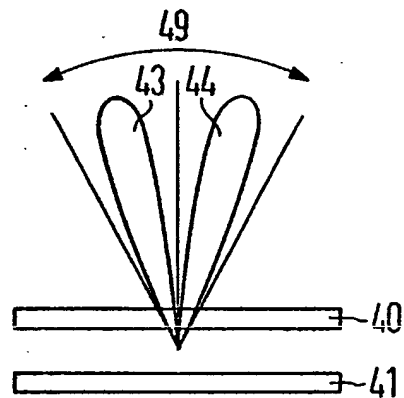


Fig.11

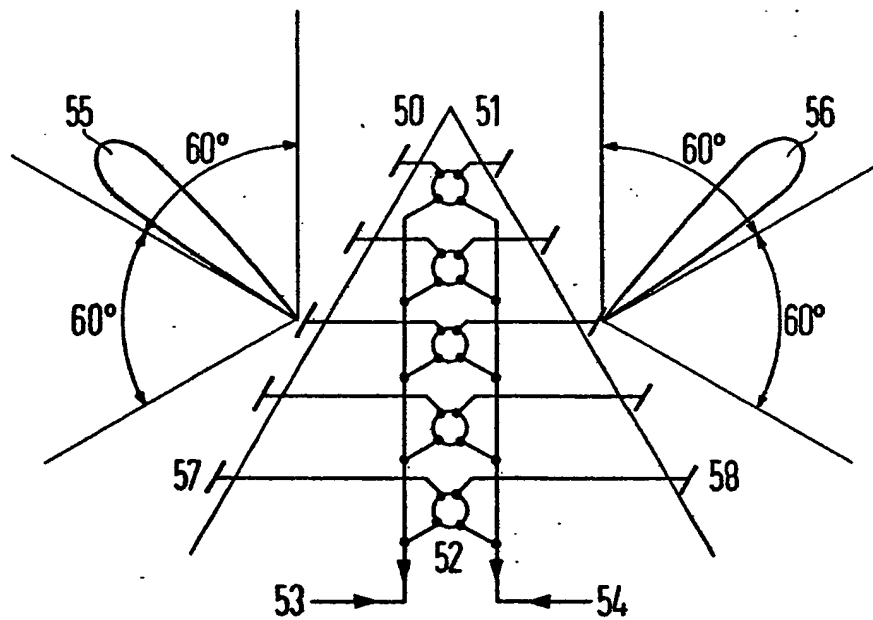


Fig.12

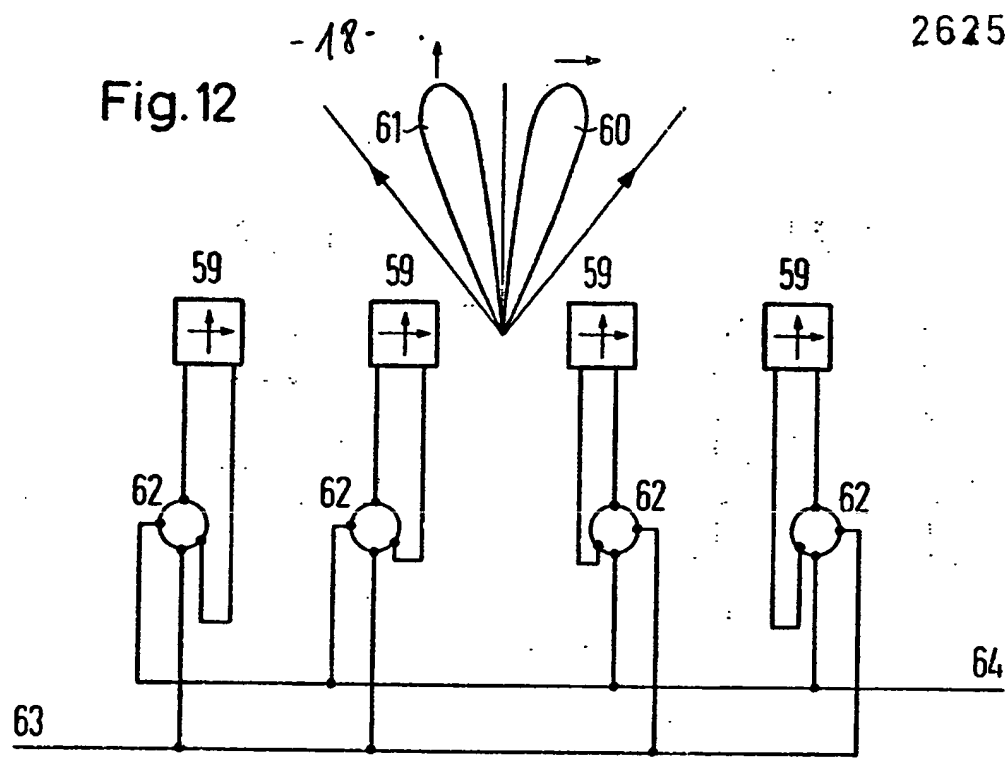
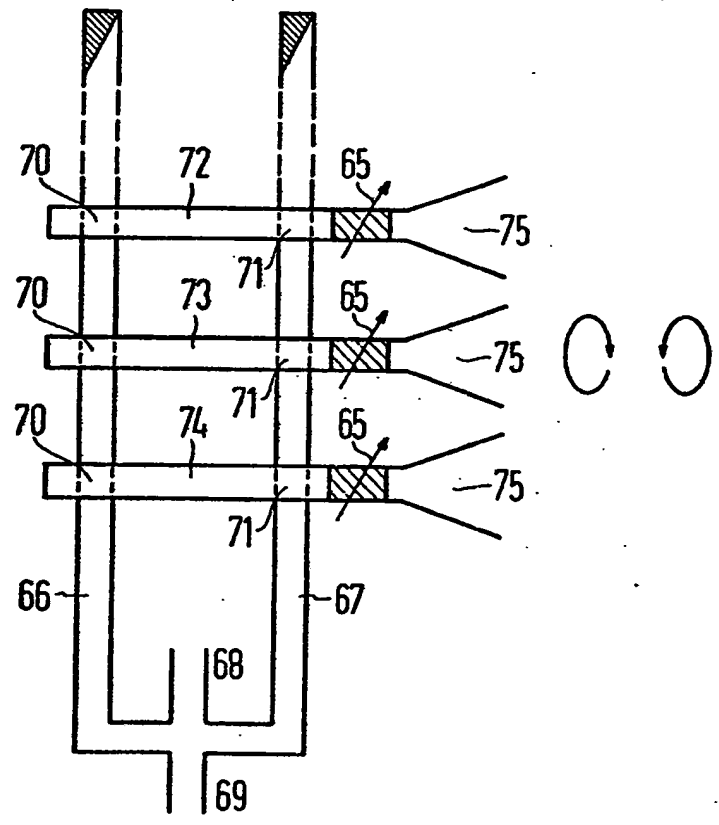


Fig.13



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**